环保型排水检查井材料落地应用分析

周　舟
天津市津南区水务事务中心　天津　300350

摘　要：传统砖砌与现浇混凝土排水检查井施工周期长、渗漏隐患多、资源消耗大，难以满足海绵城市与雨污分流工程建设要求。环保型排水检查井采用再生骨料混凝土、高分子复合塑料及纤维增强水泥等绿色材料预制而成，具有轻质、高抗渗、施工便捷等优势。本文基于市政排水工程实践，系统梳理了主流环保材料的性能指标与适用工况，分析了施工工艺要点，深入剖析了成本、标准、施工及运维等环节的现实阻碍，并针对性提出优化对策。研究表明，通过完善造价体系、健全行业标准、强化施工管控及构建适配的运维机制，可有效推动环保检查井材料的规模化应用。

关键词：排水检查井；环保材料；再生骨料混凝土

引言：排水检查井作为管网系统的关键节点，承担着集水、检修与疏通等重要功能。长期以来，国内工程普遍采用砖砌与现浇混凝土检查井。前者依赖人工砌筑，质量波动大，易产生开裂渗漏；后者现场湿作业量大，养护周期长，拆改阶段产生大量建筑垃圾。随着各类环保型检查井材料投入实践，其推广仍受制于造价惯性、施工习惯及配套规范的滞后。本文旨在从材料特性、施工应用、现存问题及改进策略四个维度展开研究，为新材料的工程化应用提供参考。

1 环保型排水检查井概述

1.1 环保型排水检查井概念

环保型排水检查井是指以固废再生材料、高分子复合材料或改性预制混凝土为原料，在工厂标准化预制成型的装配式构件。其核心优势在于减少天然砂石消耗，实现建筑垃圾或工业废渣的资源化利用。现场作业以拼装为主，大幅缩减了湿作业量与施工扬尘，结构稳定性与密封性较传统砌筑井显著提升，适用于海绵城市建设、老旧管网改造及新建市政配套工程。

1.2 传统检查井的固有缺陷

传统砖砌井的施工质量高度依赖砌筑工人的工艺水平，在长期荷载与不均匀沉降下，井体易产生裂缝，砂浆缝隙处渗漏频发，不仅污染地下水，还易导致外部泥沙倒灌，增加管网淤堵风险。现浇混凝土井则需现场支模、浇筑及养护，施工占用时间长，对城市交通影响大，且材料消耗量高，拆改时产生大量不可回收的固体废弃物。这两类井型的后期维修开挖量大，全生命周期成本高昂，已无法适配现代排水系统的精细化管理要求[1]。

1.3 推广环保型材料的现实意义

推广意义主要体现在四方面：一是资源循环利用，通过消纳建筑固废与工业副产品，降低天然资源开采与填埋压力；二是质量提升，工厂化预制保障了构件尺寸与性能的统一性，有效规避人为施工失误，降低渗漏风险；三是高效施工，装配化安装显著缩短现场作业与占道时间，减少对城市交通的干扰；四是长期效益，通过减少后期病害返修与渗漏引发的环境次生灾害，可有效降低管网系统的全生命周期综合成本。

2 主流环保型排水检查井材料及性能对比

2.1 再生骨料预制混凝土材料

该材料利用建筑垃圾经破碎、筛分后的再生骨料部分替代天然骨料，与水泥及外加剂预制成型。其抗压强度可达C30~C40等级，抗渗等级通常达到P8，承载能力强，与现有混凝土管网兼容性好，适用于城市主干道、重载交通路段。主要不足在于构件自重大，运输吊装成本较高，且再生骨料的品质波动会影响成品抗渗稳定性，需严格把控其筛分与配合比工艺。生产过程中须对再生骨料的压碎指标、含泥量及吸水率进行逐批检测，并根据检测结果动态调整用水量与外加剂掺量，以确保每批次构件的强度与密实度满足设计要求。此外，该类检查井与传统现浇混凝土管道接口形式成熟，密封处理经验丰富，在市政主干道改造工程中具有较强的适用性和推广价值。

2.2 高分子复合塑料材料

以改性聚丙烯（PP）或聚乙烯（PE）为主材，通过注塑工艺一体成型。该材料密度仅为水的0.9~1.0 g/cm³，重量极轻，环刚度可达到SN8~SN16等级，且整体无缝，抗渗与耐酸碱腐蚀性能优异。施工极为便捷，仅需将井体吊入基坑后与管道接口对准并安放密封圈即可完成连接。但刚性不足，长期重载下易蠕变变形，导致井筒偏斜或接口松动；同时耐紫外线与高温性能有限，露天存放过久易出现表面老化[2]。因此，其主要适用于居住区、

人行道、绿地等荷载较低或无重载车辆通行的区域，在小区雨污分流改造及广场排水配套工程中优势显著。

2.3 纤维增强水泥复合材料

以水泥为基体，掺入植物纤维或无机矿物纤维制成，通过纤维的桥接作用抑制基体微观裂缝扩展，提升井壁整体抗裂性能。其抗压强度约为C25等级，自重介于混凝土与塑料之间，便于运输和吊装；抗渗性优于砖砌井，且原料来源广、造价适中。但该材料抗冲击韧性较差，运输及回填过程中若遭遇石块撞击，井壁易产生局部破损或贯穿裂纹，后期使用中存在风化剥落风险。其对生产养护工艺要求严格，养护温湿度控制不当会显著降低成品耐久性。该类检查井多用于公园绿地、非机动车道及次级支路等荷载较小的场景，经济性良好但需加强施工保护。

2.4 综合性能与选型指引

三类材料的选型需结合覆土深度、地面荷载及污水性质综合确定。为便于对比，其主要性能与适用场景归纳如表1所示。

表1 三类环保检查井材料关键性能与适用工况对比

材料类型	抗压/环刚度	抗渗等级	相对自重	耐腐蚀性	造价水平	推荐适用场景
再生骨料混凝土	C30~C40（抗压）	P8及以上	重	较好	中高	城市主干道、重载机动车道
高分子复合塑料	SN8~SN16（环刚度）	整体无渗漏	轻	优异	中等	小区内部、人行道、绿地
纤维增强水泥	约C25（抗压）	优于砖砌井	中等	良好	适中	公园、次级支路、非机动车道

工程选型应避免“一刀切”，需依据GB/T 50268《给水排水管道工程施工及验收规范》及设计图纸要求，科学确定材料种类，以充分发挥各材料的性能优势。

3 环保型排水检查井材料现场落地施工工艺

环保型检查井多采用预制装配施工，核心流程为：前期准备→基坑开挖与垫层处理→吊装就位→接口密封→回填夯实→井口调整与验收。

3.1 施工前期准备

施工前需仔细核对设计图纸，确认井位坐标、高程、管径及与上下游管道的衔接关系，并组织现场放样复核。进场预制构件应逐件查验出厂合格证、强度检测报告及抗渗性能检测报告，同时对构件内外壁进行外观检查，确认无裂纹、磕碰破损、砂眼及蜂窝麻面等缺陷，严禁不合格构件投入使用。不同材质构件应分类存放：高分子塑料构件须遮盖防雨布，避免阳光长时间直射导致材料老化；再生混凝土构件应堆放于地势较高处并做好防雨防潮措施。施工前还应配备专用吊装带、柔性吊具、配套橡胶密封圈、润滑剂及级配砂石等辅助材料，并对作业人员进行技术交底，明确各工序质量控制要点[3]。

3.2 基坑开挖与垫层施工

基坑开挖宜采用机械粗挖配合人工修整的方式，严格控制基底高程，严禁超挖扰动原状地基土层，若局部超挖须用级配砂石回填压实。地基承载力须经检测确认满足设计要求，如遇软弱淤泥层或杂填土，应进行挖除换填并分层碾压夯实，确保地基均匀受力。垫层应选用级配良好的中粗砂或碎石屑，含泥量不得超标。垫层施工须分层铺筑、分层压实，每层虚铺厚度不宜超过250mm，采用平板振动夯压实，确保顶面平整度误差控制在±10mm以内，压实度不低于0.95。该工序是预防检查井后期不均匀沉降的关键环节，须作为隐蔽工程留存影像资料并做好验收记录。

3.3 吊装与接口密封

采用汽车起重机配挂专用柔性吊带，将预制检查井构件平稳起吊、缓慢落入基坑垫层之上，严禁使用钢丝绳直接捆绑构件棱角部位。井体就位后采用经纬仪对准设计轴线，调整井口中心位置使其与设计桩位偏差控制在允许范围内，同时确保井筒与管道接口在平面和高程上精准对接。管道插入井壁承口后，必须安放配套的专用橡胶密封圈，安装前应清除接口处油污与浮灰并涂布润滑剂，将胶圈均匀推入预定槽位，防止扭曲、翻转或脱落，接口间隙应按规范填充专用密封填缝材料。该工序是保障环保检查井防渗功能的核心环节，须由熟练技工操作并经专职质检员逐口验收。

3.4 回填与闭水试验

接口密封验收合格后方可进行回填，回填材料应优先选用级配砂石或中粗砂，含泥量不得超标，严禁使用建筑垃圾、大块碎石或有机腐殖土回填。回填须在井体两侧同步对称进行，每层虚铺厚度不超过200mm，采用小型夯机逐层夯实，靠近井壁200mm范围内应使用人工或轻型夯具，防止冲击力过大损伤井体或造成接口错位。回填完成后安装调整井圈井盖，使井盖顶面与路面设计高程平齐。全部工序完成后须按GB/T 50268-2008进行闭水试验，试验水头及观测时间应符合标准要求，确认无渗漏后方可验收。

4 落地应用现存问题

4.1 初期造价偏高与市场认知局限

预制环保检查井的单次采购成本普遍高于传统砖砌井。加之多数项目的预算编制仍沿用旧有定额标准，建设方常因控制初期投资而倾向于传统方案。虽然环保井在全生命周期内的维修成本更低，但这一优势因缺乏直观的经济性对比而被忽视，导致市场接受度受限。同时，少量劣质产品以低价冲击市场，其性能不达标的负面案例也损害了新材料的整体声誉。

4.2 施工环节精细化管控不足

装配式检查井的施工关键点在于地基处理、密封安装与回填夯实。然而，施工现场常出现简化地基工序、橡胶圈安装随意甚至遗漏、回填土含大块硬物等问题，导致井体倾斜、接口渗漏。部分监理单位对新材料、新工艺的监督要点掌握不足，仍沿用传统标准进行验收，难以发现隐蔽工程中的质量隐患。

4.3 后期运维体系缺乏针对性

环保井投入使用后，缺少针对不同材质的养护操作规程。例如，在疏通作业中，运维人员仍可能沿用尖锐工具对塑料井进行强力疏通，造成井壁破损。同时，病害判定标准与维修更换流程不明确，且部分项目未建立完备的材料台账，导致后期维修时难以匹配同规格构件，增加了运维难度[4]。

5 推动落地的优化对策

5.1 建立全生命周期成本测算体系

建议在工程概算中引入全生命周期成本分析（LCCA），将建设初期投入与后期渗漏修复、清淤维护及环境治理费用综合对比。以一座深度3米的检查井为例，传统砖砌井初期造价约2500元，但10年内维修费用可达1800元；而预制混凝土井初期造价约3200元，同期维修费用仅约600元，全生命周期总成本节省近30%。 政府部门可在海绵城市、雨污分流等项目中优先推荐使用，并出台专项补贴或定价政策，规范市场准入，严控劣质产品流入，为新材料规模化应用创造良性市场环境。

5.2 完善标准规范与设计选型指引

应尽快完善适用于不同环保井材的产品标准与验收规范，统一构件接口尺寸，提升产品标准化水平。建议编制《环保型排水检查井设计选型指南》，明确规定各类材料在覆土深度（如0.7m~4.0m）、荷载等级（如城-A级、城-B级）下的使用边界，避免错用。同时，加强对设计人员的专项技术培训，确保选型科学合理。

5.3 强化施工过程质量管控

施工单位应针对装配式检查井施工开展专项技术交底，严格区分其与砖砌井的工艺差异。进场的预制构件必须进行复检，合格后方可使用。监理单位应编制有针对性的监理细则，重点旁站监督地基承载力验证、密封圈安装及回填夯实等隐蔽工程。闭水试验必须全程旁站，渗漏不合格的一律返工，从施工源头确保工程质量。

5.4 构建精准的运维管理机制

应建立“一井一档”的电子或纸质台账，详细记录检查井的材料类型、规格及生产厂家信息，为后续维修提供精确依据。针对不同材质编制专用运维指南，明确禁止硬物敲击塑料井体等违规操作。结合管网普查，加强巡检频次，收集材料长期埋置后的性能退化数据，并将其反馈给生产厂家，促进产品配方的迭代优化。

结束语

在城市排水工程绿色转型的进程中，环保型排水检查井材料展现出显著的资源与环境优势。尽管在推广初期面临成本、标准及施工习惯等方面的挑战，但通过健全造价评估体系、完善技术规范、严控施工质量与构建适配运维机制，可有效打通落地应用的“最后一公里”。科学选型、精细施工、精准运维三者协同，方能充分释放新材料的技术潜力，为城市排水管网的安全、高效、绿色运行提供坚实保障。

参考文献

[1]杨兆恒.新型环保材料在给排水领域中的应用[J].城市建筑，2025，22(1)：205-207.

[2]刘玲.新型环保材料在给排水领域中的应用[J].化纤与纺织技术，2022，51(1):49-51.

[3]孙静,王莹,刘洪利.建筑给排水设计中环保材料、设备及工艺的运用[J].模型世界,2025(19):88-90.

[4]刘尚鹏.市政给排水工程中新型防水防腐材料的安全性能评估与应用[J]. 全面腐蚀控制，2025,39(12):87-89.